

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
24. Oktober 2002 (24.10.2002)

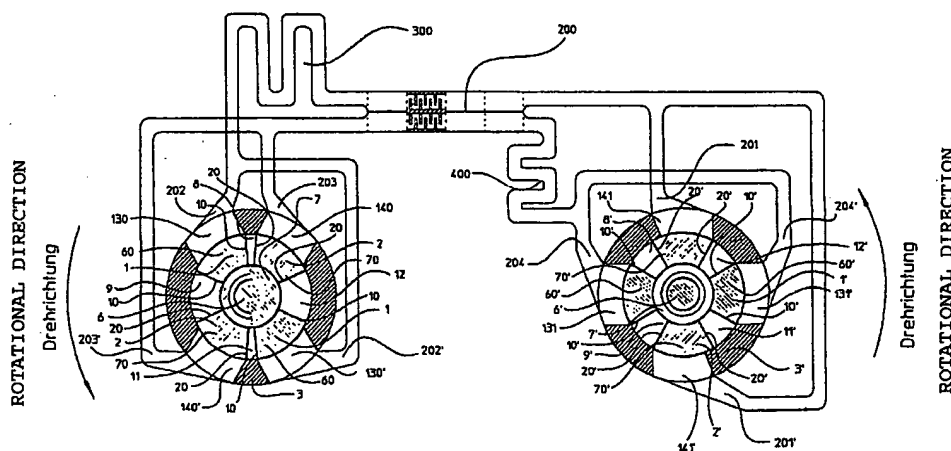
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/084078 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F01C 1/077, (74) Anwalt: BENDER, Ernst, Albrecht; Bahnhofstr. 29, 11/00, F02G 1/044, 88400 Biberach (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/01437 (81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.
- (22) Internationales Anmeldedatum: 12. April 2001 (12.04.2001) (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch Veröffentlicht:  
— mit internationalem Recherchenbericht
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (71) Anmelder und  
(72) Erfinder: STERK, Martin [DE/DE]; Beutelsbacher Str. 64, 73773 Aichelberg (DE).  
Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: ROTARY PISTON THERMAL ENGINE DEVICE

(54) Bezeichnung: KREISKOLBEN-WÄRMEMOTOR-VORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a rotary piston thermal engine device (100), composed of two units which respectively have two pistons (1, 2) which are positioned in such a manner that they can move in relation to each other. Each piston is rotationally positioned in a cylinder (3). The axes of symmetry (4, 5) of the pistons (1, 2) and the cylinder (3) extend in a collinear manner, and the pistons (1, 2) are positioned in such a way that they move in relation to each other. A plurality of active piston capacities (8, 9, 11, 12) is formed between respectively two radial contact surfaces (10, 20) of the two respective pistons (1, 2), said piston capacities carrying out an oscillating movement in relation to each other during the operation of the engine (100). At least one system (110) is provided, which causes a circular movement to superpose the oscillating movement of the two pistons (1, 2). The inventive device also comprises a heating system, a heat accumulation system and a cooling system which are connected to a pipe system.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/084078 A1



---

**(57) Zusammenfassung:** Bei einer Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung (100), zusammengesetzt aus zwei Einheiten mit jeweils zwei gegeneinander beweglich gelagerten Kolben (1, 2), die in jeweils einem Zylinder (3) drehbar gelagert sind, wobei die Symmetrieachsen (4, 5) der Kolben (1, 2) und des Zylinders (3) kollinear verlaufen, und die Kolben (1, 2) so gelagert sind, dass sie gegeneinander beweglich sind, wobei eine Mehrzahl wirksamer Hubräume (8, 9, 11, 12) zwischen jeweils zwei radialen Grenzflächen (10, 20) der beiden jeweiligen Kolben (1, 2) ausgebildet ist, die bei Betrieb des Motors (100) mit Bezug aufeinander eine Schwingbewegung ausführen, und mindestens eine Einrichtung (110) vorgesehen ist, die bewirkt, dass der Schwingbewegung eine Kreisbewegung beider Kolben (1, 2) überlagert ist, wobei eine Heizeinrichtung, eine Wärmespeichereinrichtung und eine Kühleinrichtung in Verbindung mit einem Rohrsystem vorgesehen sind.

5

10

---

# KREISKOLBEN-WÄRMEMOTOR-VORRICHTUNG

---

15

Die Erfindung betrifft eine Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung, zusammengesetzt aus zwei Einheiten mit jeweils  
20 zwei gegeneinander beweglich gelagerten Kolben, die in jeweils einem Zylinder drehbar gelagert sind, wobei die Symmetrieachsen der Kolben und des Zylinders kollinear verlaufen, und die Kolben so gelagert sind, dass sie gegeneinander beweglich sind, wobei eine Mehrzahl wirksamer  
25 Hubräume zwischen jeweils zwei radialen Grenzflächen der beiden jeweiligen Kolben ausgebildet ist, die bei Betrieb des Motors mit Bezug aufeinander eine Schwingbewegung ausführen, und mindestens eine Einrichtung vorgesehen ist, die bewirkt, dass der Schwingbewegung eine Kreisbewegung  
30 beider Kolben überlagert ist, wobei eine Heizeinrichtung, eine Wärmespeichereinrichtung und eine Kühleinrichtung in Verbindung mit einem Rohrsystem vorgesehen sind, durch das Einlassschlitze und Auslassschlitze der Hubräume des

mindestens einen Zylinders der Einheiten miteinander verbunden sind.

Im Stand der Technik sind sogenannte Stirlingmotoren  
5 bekannt. Dabei handelt es sich um Wärmekraftmaschinen, bei  
denen mindestens ein in einem Zylinder reziprozierbar  
gelagerter Kolben durch Gase bewegt wird, deren Temperatur  
über eine Heizeinrichtung, eine Wärmespeichereinrichtung  
und eine Kühleinrichtung zyklisch verändert wird.  
10 Nachteilig bei derartigen Motoren sind Wärmeverluste, die  
aufgrund der zyklischen Temperaturänderungen der Gase in  
Verbindung mit schwer herbeiführbarer Abdichtbarkeit der  
Gase, aufgrund der in den Motoren vorherrschenden hohen  
Drücke. Die Lebensdauer derartiger Motoren ist darüber  
15 hinaus aufgrund einer hohen Belastung und damit verbundenen  
raschen Abnutzung der Motorenbauteile sehr begrenzt. Der  
Wirkungsgrad der meisten bisher bekannten Stirlingmotoren  
ist außerdem durch den Wirkungsgrad des Regenerators auf  
physikalische Weise begrenzt.

20

Des weiteren sind im Stand der Technik Kreiskolbenmotoren  
bekannt. Die bekanntesten Beispiele für Kreiskolbenmotoren  
sind die so genannten Wankel-Motoren. Bei diesen Motoren  
ist ein mit einer Mehrzahl abgerundeter Flächen  
25 ausgebildeter Kolben in einem Zylinder gelagert, dessen  
Innenwandung nicht kreisförmig ausgebildet ist, sondern  
eine Mehrzahl konkaver Aussparungen aufweist. Die  
Brennkammern dieses Motors werden dabei jeweils zwischen  
den abgerundeten Flächen des Kolbens und entsprechenden  
30 Aussparungen des Zylinders gebildet. Der Nachteil des  
Wankelmotors ist vor allem sein komplizierter Zusammenbau,  
der einen hohen Fertigungsaufwand erfordert. Ein weiteres  
Problem stellt die Abdichtung des Motors dar. Bereits sehr

kleine Undichtheiten führen zu einer Verringerung der Motorleistung, zu einer Erhöhung der toxischen Anteile in den Abgasen und zu einem erhöhten Treibstoff- und Ölverbrauch.

5

Ein Kreiskolbenmotor, dessen Wirkprinzip bei der vorliegenden Erfindung Verwendung findet, ist aus DE 197 40 133 bekannt. Dieser Kreiskolbenmotor weist einen Hubraum bzw. Arbeitsraum auf, der gegenüber demjenigen des Wankel-  
10 Motors vergrößert ist und den Vorteil ausweist, dass seine Brennkammern leicht abdichtbar, leicht befüllbar und entleerbar sind, und die Expansionsenergie der Verbrennungsgase bzw. Arbeitsgase zu einem hohen Anteil an kinetische Energie gewandelt wird.

15

Eine Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung der eingangs genannten Art ist in DE 198 14 742 offenbart. Die bekannte Vorrichtung weist jedoch den Nachteil auf, das bei einer ungleichmäßigen Temperatureinwirkung von außen auf die  
20 beiden Einheiten der Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung die jeweiligen Einheiten in zueinander unterschiedlichem Ausmaß erwärmt oder abgekühlt werden, so dass es zu einer Phasenverschiebung der Taktung der jeweiligen Einheiten kommen kann. Dies führt dann zu Spannungen in den mit einer  
25 Drehkraftabgabeeinrichtung kämmenden Zahnrädern der jeweiligen Einheiten, was wiederum einen unnötigen Materialverschleiß und eine verminderte Laufruhe der Motor-Vorrichtung zur Folge hat.

30 Aufgabe der Erfindung ist es, eine auf dem Prinzip des Stirlingmotors basierende Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass sie einen gegenüber der bekannten Vorrichtung

geminderten Materialverschleiß und eine erhöhte Laufruhe und Lebenszeit aufweist.

Für einen Kreiskolbenmotor der eingangs genannten Art wird  
5 diese Aufgabe dadurch gelöst, dass zwei miteinander gekoppelte Drehkraftabgabeeinrichtungen vorgesehen sind.

Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

10

Bei der erfindungsgemäßen Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung wird dadurch, dass zwei miteinander gekoppelte Drehkraftabgabeeinrichtungen vorgesehen sind, erreicht, dass eine Vorrichtung geschaffen ist, bei der bei  
15 Phasenverschiebung der Taktung der betreffenden beiden Einheiten ein Drehmomentausgleich zwischen den beiden Einheiten ermöglicht ist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist dabei weiterhin den wichtigen Vorteil gegenüber dem Stand der Technik auf, dass in vorherbestimmter Weise eine  
20 willkürliche Drehwinkel-Positionierung eines jeweiligen Kolbens der Einheiten ermöglicht ist, um so eine Optimierung des Wirkungsgrades bzw. der Leistung der Motor-Vorrichtung zu erlangen.

25 Gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Kopplung der miteinander gekoppelten Drehkraftabgabeeinrichtungen als Kupplung ausgeführt sind.

30 Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Kopplung der miteinander gekoppelten Drehkraftabgabeeinrichtungen als Differential ausgeführt sind.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass Kopplung der die miteinander gekoppelten Drehkraftabgabeeinrichtungen über eine Kette erfolgt.

5

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Kopplung der miteinander gekoppelten Drehkraftabgabeeinrichtungen über Zahnräder erfolgt.

10

Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass Kopplung der die miteinander gekoppelten Drehkraftabgabeeinrichtungen über eine feste Welle erfolgt. Dabei können gemäß einer einfachen  
15 Ausführungsform der Erfindung auch die jeweiligen Zahnräder der beiden Einheiten gemeinsam auf die Zahnräder einer Drehkraftabgabeeinrichtung wirken, wenn diese beispielsweise aufgrund einer elastischen, ein Spiel erlaubenden Lagerung der Zahnräder oder aufgrund einer  
20 Verwendung elastischer, dämpfend wirkender Materialien in der als Kopplungseinrichtung wirkenden Welle kleinere Spannungen zu absorbieren in der Lage ist.

Im Vergleich zu herkömmlichen Stirlingmotoren weist der  
25 erfindungsgemäße Motor einen einfacheren konstruktiven Aufbau auf. Um die Motorsteuerung zu regeln, werden keine Teile wie Ventile, Nockenwelle oder Kurbelwelle benötigt. Alle wesentlichen Bauteile des Motors haben gut anschleifbare zylindrische Oberflächen und können mit hoher  
30 Präzision unter geringen Kosten hergestellt werden. Die Abdichtung des Motors bereitet ebenfalls keine Probleme. Mit herkömmlichen Dichtungselementen kann eine nahezu absolute Dichtheit erreicht werden. Dadurch ist es möglich,

die Fertigungskosten beträchtlich zu senken. Weitere Vorteile des Motors sind seine geringen Abmessungen, eine besonders wirksame Ausgestaltung eines Regenerators, des Gasverlaufs und der Optimierungsmöglichkeiten durch  
5 Hubgeschwindigkeitsänderungen, und gezielte Ablaufstörungen.

Der erfindungsgemäße Motor ist ein in einem Kreisprozess arbeitender Drehkolbenmotor, der wahlweise mit einer  
10 Mehrzahl von Arbeitsräumen ausrüstbar ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kreiskolbenmotors sind 2 Einheiten, bestehend aus Kolben, Zylinder und Zylinderstirnseiten  
15 durch eine Steuerungseinrichtung miteinander verbunden.

Vorzugsweise sind dabei in jeder Einheit des erfindungsgemäßen Motors zwei Kolben mit jeweils zwei Kolbenflügeln vorgesehen, wobei zwischen den jeweiligen  
20 Grenzflächen der insgesamt vier Kolbenflügel jeder Einheit vier Arbeitsräume gebildet sind, und bei einer Umdrehung der Arbeitswelle vier zweifache Arbeitsvorgänge vorgesehen sind.

25 Vorzugsweise werden bei dem erfindungsgemäßen Motor unterschiedliche Massen der Kolben durch Aussparungen und/oder Zusatzmassen an den Kolben und/oder den Zahnrädern ausgeglichen. Dadurch wird die Laufruhe des Motors erhöht, sowie die Belastung der Bauteile gesenkt.

30

Vorzugsweise ist bei dem erfindungsgemäßen Kreiskolbenwärmemotor bei jeder Einheit die Achse des einen Kolbens als Vollstange ausgebildet und die Achse des anderen



Kolbens als Hohlstange ausgebildet, deren lichter Durchmesser so bemessen ist, dass die Vollstange des einen Kolbens in ihr kollinear ausgerichtet beweglich gelagert ist. Dadurch wird erreicht, dass eine gegenseitige  
5 Beweglichkeit der beiden Kolben mit kollinear verlaufenden Achsen auf einfache und gleichzeitig robuste Weise hergestellt ist.

Die Einrichtung zum Bewirken einer der Schwingbewegung (ca.  
10 60°) der Kolben überlagerten Kreisbewegung weist vorzugsweise sechs ovale Zahnräder auf, deren Hauptachsen jeweils paarweise senkrecht aufeinanderstehend angeordnet sind. Dabei sind vorzugsweise jeweils zwei senkrecht aufeinanderstehende Ovalzahnräder jeweils einem Zylinder  
15 zugeordnet, und die zwei anderen senkrecht aufeinanderstehenden Ovalzahnräder einer Arbeitswelle zur Abgabe der Motorleistung zugeordnet. Die vier Ovalzahnräder der Zylinder sind dabei jeweils mit entsprechenden, jeweils senkrecht auf ihnen stehend angeordneten Ovalzahnradern der  
20 Arbeitswelle verbunden. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn die Achse des einen Kolbens mit einem ersten ovalen Zahnrad verbunden ist und die Achse des anderen Kolbens mit einem zweiten ovalen Zahnrad verbunden ist, wobei diese ovalen Zahnräder kollinear hintereinander angeordnet sind  
25 und die Hauptachsen dieser ovalen Zahnräder senkrecht aufeinander stehen. Dabei sind vorzugsweise das erste und zweite ovale Zahnrad über ein drittes und viertes ovales Zahnrad miteinander verbunden, wobei das dritte und vierte ovale Zahnrad kollinear hintereinander auf einer Achse  
30 angeordnet sind, wobei die Hauptachsen des dritten und vierten ovalen Zahnrades senkrecht aufeinander stehen.

Vorzugsweise ist einer jeden Einheit eine Mehrzahl von Ein- und Auslassschlitzen zugeordnet.

Vorzugsweise weisen die beiden Zylinder des 5 erfindungsgemäßen Motors unterschiedlich dimensionierte und unterschiedlich angeordnete Zylinderwandabschnitte zwischen den respektiven Einlass- und Auslassöffnungen auf. Bei einem ersten Zylinder des erfindungsgemäßen Motors ist Vorzugsweise zwischen einem ersten Einlassschlitz eines 10 Einlassschlitzpaares und einem ersten benachbarten Auslassschlitz eines Auslassschlitzpaares eine Zylinderwand vorgesehen, die nur wenige Winkelgrad umspannt, und zwischen demselben Einlassschlitz des Einlassschlitzpaares und einem anderen Auslassschlitz des Auslassschlitzpaares 15 eine Zylinderwand vorgesehen, die ca. 60 Winkelgrad umspannt.

Bei einem zweiten Zylinder des erfindungsgemäßen Motors ist des weiteren vorzugsweise zwischen einem ersten 20 Einlassschlitz eines Einlassschlitzpaares und einem ersten benachbarten Auslassschlitz eines Auslassschlitzpaares eine Zylinderwand vorgesehen, die ca. 30 Winkelgrad umspannt, und zwischen demselben Einlassschlitz des Einlassschlitzpaares und einem anderen Auslassschlitz des 25 Auslassschlitzpaares eine Zylinderwand vorgesehen, die ebenfalls ca. 30 Winkelgrad umspannt.

Die Asymmetrie zwischen den Ein- und Auslassöffnungen des ersten Zylinders und des zweiten Zylinders bewirkt bei dem 30 erfindungsgemäßen Motor einen zeitkorrekten Transport des Arbeitsgases von einem Zylinder zum anderen. Dieser Vorgang erzeugt die Arbeitsleistung des Motors.

Vorzugsweise ist die jeweilige Winkelposition der Schlitze so vorgesehen, dass sie jeweils mit der Position der jeweiligen Brennkammer übereinstimmt, die durch die jeweiligen Grenzflächen der betreffenden Abschnitte der Kolbenflügel gebildet ist, so dass eine zeitlich korrekte Füllung bzw. Entleerung der Arbeitsräume bewirkt wird.

Die Grenzflächen der Kolben sind vorzugsweise jeweils ebenfalls gradlinig ausgebildet, wobei zwischen benachbarten Teilen sich gegenüberstehender Grenzflächen der Kolben jeweils gleiche Abstände vorgesehen sind.

Mit der gradlinigen Ausbildung des Einlassschlitzes und des Auslassschlitzes wird in Verbindung mit einer gradlinigen Ausbildung der Grenzflächen der Kolben ein Schwingverhalten der Kolben innerhalb des Zylinders bewirkt, bei dem die jeweiligen Arbeitskammern sich so ausdehnen, dass zuerst in einem ersten Takt der erste Kolben um ca.  $60^\circ$  in Richtung vorwärts schwingt, und der zweite Kolben um ca.  $120^\circ$  in Richtung vorwärts schwingt, woraufhin in einem zweiten Takt der erste Kolben um ca.  $120^\circ$  in Richtung vorwärts schwingt und der zweite Kolben um ca.  $60^\circ$  in Richtung vorwärts schwingt.

Mit diesem Schwingverhalten einher geht eine Ausbildung des jeweils ersten und zweiten ovalen Zahnrades derart, dass das Verhältnis der Länge der Längsachse zur Länge der Breitachse eines jeden Zahnrades ca. 2:1 beträgt. Alternativ ist es möglich, ein Zahnradpaar rund auszubilden, und im Ausgleich dazu das andere Zahnradpaar mit einem Verhältnis der Länge der Längsachse zu der Länge der Breitachse von ca. 4:1 zu versehen.

Bei einer gewollten Veränderung des Hubwinkelbereichs muss eine Änderung der Ovalizität der Zahnräder vorgenommen werden, sowie die Ein- und Auslassschlitze den Kolbengrenzflächen angepasst werden.

5

Bei dem erfindungsgemäßen Motor sind jeweils das erste und zweite ovale Zahnrad vorzugsweise über ein drittes und viertes ovales Zahnrad miteinander verbunden, die kollinear hintereinander auf einer Achse angeordnet sind und deren Hauptachsen senkrecht aufeinander stehen.

10

Bei dem erfindungsgemäßen Motor sind vorzugsweise die Grenzflächen der Kolben gradlinig ausgebildet derart, dass zwischen benachbarten Teilen sich gegenüberstehender Grenzflächen der Kolben jeweils gleiche Abstände vorgegeben sind.

15

Bei dem erfindungsgemäßen Motor ist die jeweilige Winkelposition der Einlassöffnungen vorzugsweise so vorgesehen, dass sie jeweils mit der Position des jeweiligen Arbeitsraumes übereinstimmt, der durch die jeweiligen Grenzflächen der betreffenden Abschnitte der Kolbenflügel gebildet ist, so dass eine zeitlich korrekte Füllung der Arbeitskammern bewirkt wird.

25

Bei dem erfindungsgemäßen Motor ist die jeweilige Winkelposition der Auslassöffnungen vorzugsweise so vorgesehen, dass sie jeweils mit der Position des jeweiligen Arbeitsraumes übereinstimmt, der durch die jeweiligen Grenzflächen der betreffenden Abschnitte der Kolbenflügel gebildet ist, so dass eine zeitlich korrekte Entleerung der Arbeitskammern bewirkt wird.

30

Bei dem erfindungsgemäßen Motor sind die beispielsweise vier gegeneinander beweglich gelagerten Kolben vorzugsweise in zwei unterschiedlichen Zylindern drehbar gelagert.

- 5 Bei dem erfindungsgemäßen Motor ist es zum Zweck einer effektiven und schnellen Wirkungsminde- rung bzw. Wirkungserhöhung entsprechend einer Kraftminderung oder Krafterhöhung des Motors vorteilhaft, zwischen einer heißen Leitung und einer kalten Leitung des erfindungsgemäßen  
10 Motors eine Überbrückungsleitung vorzusehen, die über eine Ventileinrichtung aktivierbar bzw. inaktivierbar ist.

- Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Motors ist eine Rohrverbindungen zwischen  
15 den Hubräumen als Zweikreisssystem ausgebildet.

Die Heißleitung und die Kaltleitung des Rohrsystems können bei dem erfindungsgemäßen Motor getrennt ausgeführt sein.

- 20 Der erfindungsgemäße Motor kann ohne zusätzliche Bauteile das Bauschema eines ventilgesteuerten Stirlingmotors aufweisen.

- Das Arbeitsgas nimmt bei dem erfindungsgemäßen Motor in  
25 einem jeweiligen Rohrabschnitt vorzugsweise immer die gleiche Flussrichtung ein.

Der erfindungsgemäße Motor ist unter Zuführung von mechanischer Energie als Wärmepumpe verwendbar.

30

Der erfindungsgemäße Motor ist darüber hinaus unter Zuführung von mechanischer Energie auch als Kältemaschine verwendbar.

Der erfindungsgemäße Motor ist ebenfalls als Vuilleumiermaschine verwendbar.

Der erfindungsgemäße Motor bzw. die erfindungsgemäße  
5 Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung wird im folgenden anhand  
einer bevorzugten Ausführungsform erläutert, die in den  
Figuren der Zeichnung dargestellt ist. Es zeigen:

Fig.1 eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen  
10 Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung in einer ersten  
Arbeitsstellung, in einer Querschnittsansicht;

Fig.1a die in Fig. 1 dargestellte Ausführungsform der  
erfindungsgemäßen Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrich-  
15 tung in einer anderen Arbeitsstellung, ebenfalls in  
einer Querschnittsansicht;

Fig.2 die Zylinder der in Fig. 1 dargestellten  
Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung in einer,  
teilweisen gebrochenen, Ansicht von schräg oben;

Fig.2a eine erste Kolbenhälfte eines Zylinders der in Fig.  
20 1 dargestellten Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung  
in einer Ansicht von schräg unten;

Fig.2b eine zweite Kolbenhälfte eines Zylinders der in  
Fig. 1 dargestellten Kreiskolben-Wärmemotor-  
Vorrichtung in einer Ansicht von schräg oben;

25 Fig.3 ein funktionales Blockdiagramm der in Fig. 1  
dargestellten Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung;

Fig.4 eine weitere bevorzugte Ausführungsform der  
erfindungsgemäßen Kreiskolben-Wärmemotor-  
Vorrichtung in einer ersten Arbeitsstellung, in  
30 einer Querschnittsansicht;

Fig.4a eine weitere bevorzugte Ausführungsform der  
erfindungsgemäßen Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrich-

tung in einer anderen Arbeitsstellung, in einer Querschnittsansicht;

Fig.5 die beiden Zylinder einer erfindungsgemäßen Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung gemäß Fig. 1 oder Fig. 5, in einer Querschnittsansicht, aus der die relative Lage der Kolbenwellen und der Arbeitswelle erkennbar ist;

Fig.6 eine Tabelle mit Anlagen 1 bis 4, aus der die Zustandsänderungen des Arbeitsgases während eines Schwingzyklusses der Motorvorrichtung ersichtlich ist.

Bei der in den Figuren 1 bis 6 dargestellten erfindungsgemäßen Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung 100 sind zwei Kolben 1, 2 in einem Zylinder 3 drehbar gelagert, wobei die Symmetrieachsen 4, 5 des Kolbens 1, des Kolbens 2 und des Zylinders 3 kollinear ausgerichtet sind. Die Achse 6 des einen Kolbens 1 ist dabei als Vollstange 6 ausgebildet, und die Achse 7 des anderen Kolbens 2 ist dabei als Hohlstange ausgebildet, deren lichter Durchmesser so bemessen ist, dass die Vollstange 6 drehbar in der Hohlstange 7 gelagert ist. Die Kolben 1, 2 weisen jeweils Grenzflächen 10, 20 auf, wobei zwischen benachbarten Teilen sich gegenüberstehender Grenzflächen 10, 20 jeweils gleiche Abstände vorgegeben sind. Zwischen den jeweiligen Grenzflächen 10, 20 ist eine Mehrzahl wirksamer Hubräume 8, 9, 11, 12 ausgebildet, die nach außen durch den Zylinder 3, und an den Enden durch die Abdeckplatten 30 und 31 begrenzt sind.

30

Des weiteren sind bei der in den Figuren 1 bis 6 dargestellten erfindungsgemäßen Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung 100 zwei Kolben 1', 2' in einem Zylinder 3'

drehbar gelagert, wobei die Symmetrieachsen 4', 5' des Kolbens 1', des Kolbens 2' und des Zylinders 3' kollinear ausgerichtet sind. Die Achse 6' des einen Kolbens 1' ist dabei als Vollstange 6' ausgebildet, und die Achse 7' des  
5 anderen Kolbens 2' ist dabei als Hohlstange ausgebildet, deren lichter Durchmesser so bemessen ist, dass die Vollstange 6' drehbar in der Hohlstange 7' gelagert ist. Die Kolben 1', 2' weisen jeweils Grenzflächen 10', 20' auf, wobei zwischen benachbarten Teilen sich  
10 gegenüberstehender Grenzflächen 10', 20' jeweils gleiche Abstände vorgegeben sind. Zwischen den jeweiligen Grenzflächen 10', 20' ist eine Mehrzahl wirksamer Hubräume 8', 9', 11', 12' ausgebildet, die nach außen durch den Zylinder 3', und an den Enden durch die Abdeckplatten 30  
15 und 31' begrenzt sind.

Die beiden Zylinder der erfindungsgemäßen Motorvorrichtung weisen unterschiedlich dimensionierte und unterschiedlich angeordnete Zylinderwandabschnitte zwischen den respektiven  
20 Einlass- und Auslassöffnungen auf. Bei einem ersten Zylinder des erfindungsgemäßen Motors ist zwischen einem ersten Einlassschlitz eines Einlassschlitzpaares und einem ersten benachbarten Auslassschlitz eines Auslassschlitzpaares eine Zylinderwand vorgesehen, die nur  
25 wenige Winkelgrad umspannt, und zwischen demselben Einlassschlitz des Einlassschlitzpaares und einem anderen Auslassschlitz des Auslassschlitzpaares eine Zylinderwand vorgesehen, die ca. 60 Winkelgrad umspannt.

30 Bei einem zweiten Zylinder der erfindungsgemäßen Motorvorrichtung ist zwischen einem ersten Einlassschlitz eines Einlassschlitzpaares und einem ersten benachbarten Auslassschlitz eines Auslassschlitzpaares eine Zylinderwand



vorgesehen, die nur ca. 30 Winkelgrad umspannt, und zwischen demselben Einlassschlitz des Einlassschlitzpaares und einem anderen Auslassschlitz des Auslassschlitzpaares eine Zylinderwand vorgesehen, die auch ca. 30 Winkelgrad  
5 umspannt.

Die Asymmetrie zwischen den Ein- und Auslassöffnungen des ersten Zylinders und des zweiten Zylinders bewirken einen zeitkorrekten Transport des Arbeitsgases von einem Zylinder  
10 zum anderen derart, dass der Motor eine Arbeitsleistung zu liefern in der Lage ist.

Eine in der Figur 2 dargestellte Einrichtung 110 bewirkt bei der erfindungsgemäßen Kreiskolben-Wärmemotor-  
15 Vorrichtung 100, dass der Schwingbewegung der Kolben 1 und 2, sowie der Kolben 1' und 2', eine Kreisbewegung überlagert wird.

Die Einrichtung 110 weist sechs ovale Zahnräder 101, 102, 20 103, 104, 101' und 104' auf, deren Hauptachsen 111, 112, 113, 114, 111' und 114' jeweils paarweise senkrecht aufeinanderstehend angeordnet sind. Bei der Einrichtung 110 ist die Achse 7 des anderen Kolbens 2 mit einem ersten ovalen Zahnrad 101 verbunden, und die Achse 6 des einen  
25 Kolbens 1 mit einem zweiten ovalen Zahnrad 104 verbunden, wobei diese ovalen Zahnräder 101, 104 kollinear hintereinander angeordnet sind und die Hauptachsen 111, 114 dieser ovalen Zahnräder 101, 104 senkrecht aufeinanderstehend angeordnet sind. Das erste ovale Zahnrad  
30 101 und das zweite ovale Zahnrad 104 sind dabei über ein drittes ovales Zahnrad 102 und ein viertes ovales Zahnrad 103 miteinander verbunden, wobei die Zahnräder 102 und 103 kollinear hintereinander auf einer Achse 105 angeordnet

sind , wobei die jeweiligen Hauptachsen 112, 113 der Zahnräder 102, 103 senkrecht aufeinanderstehend angeordnet sind.

5 Des weiteren ist bei der Einrichtung 110 die Achse 7' des anderen Kolbens 2' mit einem ersten ovalen Zahnrad 101' verbunden, und die Achse 6' des einen Kolbens 1' mit einem zweiten ovalen Zahnrad 104' verbunden, wobei diese ovalen Zahnräder 101', 104' kollinear hintereinander angeordnet  
10 sind und die Hauptachsen 111', 114' dieser ovalen Zahnräder 101', 104' senkrecht aufeinanderstehend angeordnet sind. Das erste ovale Zahnrad 101' und das zweite ovale Zahnrad 104' sind dabei über ein drittes ovales Zahnrad 102 und ein viertes ovales Zahnrad 103 miteinander verbunden, wobei die  
15 Zahnräder 102 und 103 kollinear hintereinander auf einer Achse 105 angeordnet sind , wobei die jeweiligen Hauptachsen 112, 113 der Zahnräder 102, 103 senkrecht aufeinanderstehend angeordnet sind.

20 Mit einer solchen Anordnung werden die Zahnräder 102 und 103 von beiden Einheiten ( Zylinder 3, und 3' ) betrieben.

Die ovalen Zahnräder 101 bis 104 sowie 101' und 104' weisen bezüglich der Länge ihrer Längsachsen zu der ihrer  
25 Querachsen ein Verhältnis von 2/1 auf.

Bei Betrieb der erfindungsgemäßen Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung 100 bewirkt eine Expansion eines aufgeheizten Arbeitsgases beispielsweise in dem Arbeitsraum 8 des  
30 Zylinders 3 eine Bewegung der Kolben 1, 2 in Richtung voneinander fort. Das mit der Achse 7 des Kolbens 2 verbundene ovale Zahnrad 101 bewegt sich dabei in der Richtung desjenigen Pfeiles, der in der Fig. 2 auf seiner

Oberfläche dargestellt ist. In der in Fig. 2 dargestellten Ausgangsposition bewirkt eine Drehung des Zahnrades 101 um eine kleine Winkelauslenkung eine relativ große Winkelauslenkung des auf der Achse 5 angeordneten Zahnrades 102. Das ebenfalls auf der Achse 5 angeordnete Zahnrad 103 überträgt diese Bewegung auf das mit der Achse 6 des Kolbens 1 verbundene Zahnrad 104.

Die unterschiedliche, sich wechselnde lokale Kraftübertragung der Zahnräder 101 resp. 104 bewirkt dabei, dass sich der Schwingbewegung der Kolben 1, 2 eine Kreisbewegung überlagert. Die Arbeitswelle 5 rotiert mit der durchschnittlichen Drehzahl der beiden Kolben 1 und 2. An der Verlängerung der Arbeitswelle 5 ist die Rotationsenergie des Motors mit konstanter Winkelgeschwindigkeit abnehmbar. An der Verlängerung der Welle 6 ist die Rotationsenergie des Motors mit sich pro Umdrehung vier mal ändernder Winkelgeschwindigkeit abnehmbar, wie dies beispielsweise zum Betreiben von Kompressoren wünschenswert ist.

Entsprechendes gilt für den Zylinder 3'.

Fig. 1 und 1a zeigen eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Motorvorrichtung, bei dem zwei Zylinder 3, 3' mit jeweiligen Kolbenpaaren 1, 2 bzw. 1', 2' über ein entsprechendes Rohrsystem 201, 201', 202, 202', 203, 203' und 204, 204' über einen Erhitzer 300, einen Kühler 400 und einen Regenerator bzw. Wärmetauscher 200 miteinander gekoppelt sind.

Zu Beginn eines Arbeitszyklus strömt von dem Erhitzer 300 erhitztes Arbeitgas über das Rohrsystem 202, 202' in die

Einlassöffnungen 130, 130' des Zylinders 3. Das heiße Arbeitgas strömt anschließend in den Zwischenraum zwischen den Kolben 1, 2, wodurch diese Kolben auseinandergedrückt werden. Dadurch wird der Zwischenraum zwischen den  
5 Kolbenflächen der Kolben 1, 2, die sich in der Nachbarschaft der Auslassöffnungen 140, 140' des Zylinders 3 befinden, zusammengedrückt, so dass das dort befindliche Arbeitgas über das Rohrsystem 203, 203' entweicht. Über  
10 das Rohrsystem 203, 203' gelangt das aus dem Zylinder 3 ausgetretene Arbeitgas über einen Wärmetauscher 200, an den es seine Wärme abgibt, über einen Kühler 400, an dem es weiter abgekühlt wird, in das Rohrsystem 204, 204' des Zylinders 3'.

15 Von dem Rohrsystem 204, 204' gelangt das nunmehr abgekühlte Arbeitgas über die Einlassöffnungen 131, 131' des Zylinders 3' in die in der Nachbarschaft dieser Einlassöffnungen befindlichen Zwischenräume zwischen den Kolben 1' und 2', wobei diese Kolbenzwischenräume  
20 vergrößert werden, und die Zwischenräume, die an die jeweils gegenüberliegenden Kolbenflächen der Kolben 1', 2' angrenzen, verkleinert werden, so dass das sich dort befindliche Arbeitgas über die Auslassöffnungen 141, 141' aus dem Zylinder 3' in das Rohrsystem 201, 201' gepresst  
25 wird. Über das Rohrsystem 201, 201' strömt dieses Arbeitgas weiter durch den Regenerator bzw. Wärmetauscher 200, wo es Wärme von demjenigen Arbeitgas aufnimmt, das aus dem Rohrsystem 203, 203' durch den Wärmetauscher 200 strömt.

30

Nach Austritt aus dem Wärmetauscher 200 fließt das aus dem Rohrsystem 201, 201' stammende, nunmehr erwärmte Arbeitgas weiter durch einen Erhitzer 300, in dem es weiter

aufgeheizt wird. Von dort fließt es in das Rohrsystem 202, 202', von wo sich der Zyklus wiederholt.

Bei dem in Fig. 4 und 4a dargestellten erfindungsgemäßen  
5 Stirlingmotor sind zwei Zylinder 3, 3' über ein  
entsprechendes Rohrsystem über zwei Erhitzer 300 bzw. 300',  
zwei Regeneratoren bzw. Wärmetauscher 200, 200' und zwei  
Kühler 400 bzw. 400' miteinander gekoppelt.

10 Zu Beginn eines Rotationszyklus dieses Motors strömt von  
den jeweiligen Erhitzern 300, 300' aufgeheiztes Arbeitsgas  
über die jeweiligen Rohre 202, 202' in die Einlassöffnungen  
130, 130' des Zylinders 3. Über die Einlassöffnungen 130,  
130' tritt das heiße Arbeitsgas in die darunter  
15 befindlichen Zwischenräume zwischen den Kolben 1, 2 ein,  
und drückt diese Kolben auseinander. Dadurch werden die  
durch die jeweils gegenüberliegenden Kolbenflächen 10, 20  
gebildeten Zwischenräume zwischen den Kolben 1, 2  
zusammengedrückt, und das sich dort befindliche Arbeitsgas  
20 wird über die Auslassöffnungen 140, 140' in die jeweiligen  
Rohre 203, 203' gedrückt.

Das in das Rohr 203 gedrückte Arbeitsgas gelangt in Folge  
über den Regenerator 200 und den Kühler 400 in das Rohr  
25 204, das in die Einlassöffnung 131 des Zylinders 3' mündet,  
und das in das Rohr 203' gedrückte Arbeitsgas gelangt über  
den Regenerator 200' und den Kühler 400' in das Rohr 204',  
das in die Einlassöffnung 131' mündet. Das in die  
Einlassöffnung 131 des Zylinders 3' eintretende Arbeitsgas  
30 hat somit einen Teil seiner Wärme an den Regenerator 200  
abgegeben und ist anschließend vom Kühler 400 weiter  
abgekühlt worden, so dass es an der Einlassöffnung 131 mit

einer gegenüber dem Rohr 203 stark erniedrigten Temperatur vorliegt.

Das an der Einlassöffnung 131' anliegende Arbeitsgas hat  
5 einen Großteil seiner Wärme an den Regenerator 200' abgegeben und ist anschließend von dem Kühler 400' weiter abgekühlt worden, so dass es an der Einlassöffnung 131' des Zylinders 3' gegenüber dem Rohr 203' in stark abgekühlter Form vorliegt. Über die Einlassöffnungen 131, 131' des  
10 Zylinders 3' tritt somit kaltes Arbeitsgas in die unterhalb dieser Einlassöffnungen befindlichen Zwischenräume zwischen den Kolben 1' und 2', wobei die Zwischenräume zwischen diesen Kolben vergrößert werden und die jeweils durch die gegenüberliegenden Kolbenflächen 10', 20' der Kolben 1',  
15 2' gebildeten Zwischenräume, die sich unterhalb der Auslassöffnungen 141, 141' des Zylinders 3' befinden, verkleinert werden. Durch das Zusammendrücken dieser Kolbenzwischenräume werden die sich darin befindlichen Arbeitsgase über die Auslassöffnungen 141, 141' in das Rohr  
20 201 bzw. in das Rohr 201' gedrückt.

Das sich in dem Rohr 201 befindliche Arbeitsgas wird zuerst von dem Regenerator 200 vorgewärmt und anschließend von dem Erhitzer 300 aufgeheizt, von wo es in das Rohr 202 gelangt.  
25 Das in dem Rohr 201' befindliche Arbeitsgas wird von dem Regenerator 200' vorgewärmt und anschließend von dem Erhitzer 300' aufgeheizt, von wo es in das Rohr 202' gelangt. In Folge wiederholt sich der oben geschilderte Zyklus.

30

Der Betriebsablauf erfolgt bei den in Fig. 1 sowie 1a und Fig. 4 sowie 4a dargestellten erfindungsgemäßen Motorvorrichtungen in identischer Weise. Prinzipiell

durchläuft das in dem Rohrsystem und den Zylindern befindliche Arbeitgas dabei vier Zustandsänderungen, die durch entsprechende Arbeitszyklen der Kolben der Zylinder 3, 3' vorgegeben sind.

5

In einem ersten Arbeitszyklus des erfindungsgemäßen Motors wird in den jeweiligen Zwischenräumen zwischen den Kolben 1, 2, 1', 2' der Zylinder 3, 3' Arbeitgas durch eine mutuelle Aufeinanderzubewegung der jeweiligen Kolben  
10 komprimiert und erfährt dabei eine polytrope (adiabatische) Temperaturerhöhung.

In einem zweiten Arbeitszyklus des erfindungsgemäßen Motors wird das so erhitzte Arbeitgas, das über die  
15 Auslassöffnung 141 des Zylinders 3' in das Rohr 201 bzw. über die Auslassöffnung 141' des Zylinders 3' in das Rohr 201' gedrückt worden ist, von den Regeneratoren 200' bzw. 200 und den Erhitzern 300' bzw. 300 weiter aufgeheizt, wodurch der in dem Arbeitgas vorherrschende Druck weiter  
20 gesteigert wird. In dem Rohr 202 hinter dem Erhitzer 300 bzw. in dem Rohr 202' hinter dem Erhitzer 300' herrscht deshalb ein insgesamt maximaler Druck des Arbeitsgases in dem gesamten Rohrsystem.

25 Durch die Einlassöffnungen 130 , 130' tritt deshalb unter hohem Druck stehendes Arbeitgas in den Zylinder 3 ein und gelangt zwischen entsprechende Zwischenräume zwischen den Kolben 1, 2 und drückt diese Kolben mit hohem Druck auseinander. Dies entspricht einem dritten Arbeitszyklus  
30 des erfindungsgemäßen Motors. Die Wärmeenergie des Arbeitsgases wird in diesem Arbeitszyklus des erfindungsgemäßen Motors durch ein Auseinanderdrücken der Zwischenräume zwischen den Kolben 1, 2 des Zylinders 3 in

Rotationsenergie dieser Kolben umgewandelt. Das Arbeitsgas kühlt dabei in einer dritten Zustandsänderung adiabatisch ab.

- 5 In einem vierten Arbeitszyklus des erfindungsgemäßen Motors wird das so entspannte Arbeitsgas über die Auslassöffnungen 140, 140' aus dem Zylinder 3 herausgedrückt, indem die entsprechenden Zwischenräume zwischen den Kolben 1, 2 aufgrund einer Expansion der in Drehrichtung des Motors  
10 folgenden Zwischenräume zwischen diesen Kolben zusammengedrückt werden. Das Arbeitsgas erfährt daraufhin eine vierte Zustandsänderung, indem es von den Regeneratoren 200 und 200' und den Kühlern 400 und 400' weiter abgekühlt wird, so dass es in den Rohren 204 und  
15 204' in einem stark abgekühlten Zustand vorliegt.

Mit dem Zeitpunkt des Eintrittes in die Einlassöffnungen 204' und 204 und nach Eintritt in die Einlassöffnungen 204' und 204 wird das Arbeitsgas durch Kompression wieder  
20 erhitzt.

Der Zustand des Arbeitsgases, definiert durch seinen Druck und seine Temperatur, ist in der Tabelle 1 übersichtlich summarisch zusammengefasst.

25

Für eine schnelle Wirkungsminde rung bzw. Wirkungserhöhung entsprechend einer Kraftminderung oder Krafterhöhung des erfindungsgemäßen Motors ist es möglich, zwischen einer heißen Leitung und einer kalten Leitung des  
30 erfindungsgemäßen Motors eine Überbrückungsleitung über ein Ventil zu aktivieren bzw. zu inaktivieren.



Fig. 2 und Fig. 5 zeigen eine schematische Darstellung der räumlichen Anordnung der Wellen 6, 7 bzw. 6', 7' bzw. Achsen der Zylinder 3, 3' und der Arbeitswelle 105 des erfindungsgemäßen Motors. Um einen zeitkorrekten Transport  
5 des Arbeitsgases von einem Zylinder zum anderen zu erreichen, bei dem der erfindungsgemäße Motor eine Arbeitsleistung liefert, sind die Achsen der beiden Zylinder so angeordnet, dass sie mit der Achse der Arbeitswelle, von der die Motorleistung abnehmbar ist, ein  
10 gleichschenkliges Dreieck bilden, wobei der Winkel zwischen den Katheten ca.  $135^\circ$  beträgt und der Winkel der Hypotenuse zu einer Kathete ca.  $22,5^\circ$  beträgt.

\* \* \* \* \*

15

20

25

30

Patentansprüche

1. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung (100), zusammengesetzt aus zwei Einheiten mit jeweils zwei gegeneinander  
5 beweglich gelagerten Kolben (1, 2), die in jeweils einem Zylinder (3) drehbar gelagert sind, wobei die Symmetrieachsen (4, 5) der Kolben (1, 2) und des Zylinders (3) kollinear verlaufen, und die Kolben (1, 2) so gelagert sind, dass sie gegeneinander beweglich sind, wobei eine  
10 Mehrzahl wirksamer Hubräume (8, 9, 11, 12) zwischen jeweils zwei radialen Grenzflächen (10, 20) der beiden jeweiligen Kolben (1, 2) ausgebildet ist, die bei Betrieb des Motors (100) mit Bezug aufeinander eine Schwingbewegung ausführen, und mindestens eine Einrichtung (110) vorgesehen ist, die  
15 bewirkt, dass der Schwingbewegung eine Kreisbewegung beider Kolben (1, 2) überlagert ist, wobei eine Heizeinrichtung, eine Wärmespeichereinrichtung und eine Kühleinrichtung in Verbindung mit einem Rohrsystem vorgesehen sind, durch das Einlassschlitze und Auslassschlitze der Hubräume des  
20 mindestens einen Zylinders (3) der Einheiten miteinander verbunden sind, dadurch **gekennzeichnet**, dass zwei miteinander gekoppelte Drehkraftabgabeeinrichtungen (110) vorgesehen sind.
- 25 2. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kopplung der miteinander gekoppelten Drehkraftabgabeeinrichtungen als Kupplung ausgeführt sind.
- 30 3. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kopplung der miteinander gekoppelten Drehkraftabgabeeinrichtungen als Differential ausgeführt sind.

4. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kopplung der die miteinander gekoppelten Drehkraftabgabeeinrichtungen über eine Kette erfolgt.

5

5. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Kopplung der die miteinander gekoppelten Drehkraftabgabeeinrichtungen über Zahnräder erfolgt.

10

6. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kopplung der die miteinander gekoppelten Drehkraftabgabeeinrichtungen über eine feste Welle erfolgt.

15

7. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweiligen Zahnräder der beiden Einheiten gemeinsam auf die Zahnräder einer Drehkraftabgabeeinrichtung wirken.

20

8. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in jeder Einheit zwei Kolben mit jeweils zwei Kolbenflügeln vorgesehen sind, wobei zwischen den jeweiligen Grenzflächen der insgesamt vier Kolbenflügel vier Hubräume gebildet sind.

9. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass unterschiedliche Massen der Kolben (1, 2) durch Aussparungen und/oder Zusatzmassen an den Kolben (1, 2) und/oder den Zahnrädern 101 und 104 ausgeglichen werden.

30

10. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in jeder Einheit die Achse (6, 6') des einen Kolbens (1, 1') als Vollstange (6, 6') ausgebildet ist und die Achse (7, 7') des anderen Kolbens (2, 2') als Hohlstange (7, 7') ausgebildet ist, deren lichter Durchmesser so bemessen ist, dass die Vollstange (6, 6') in ihr kollinear ausgerichtet beweglich gelagert ist.
- 10 11. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zum Bewirken einer der Schwingbewegung der Kolben (1, 2) überlagerten Kreisbewegung sechs ovale Zahnräder (101, 102, 101', 102', 103, 104) aufweist, deren  
15 Hauptachsen (111, 112, 111', 112', 113, 114) jeweils paarweise senkrecht aufeinanderstehend angeordnet sind.
12. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die  
20 Achse (7) des anderen Kolbens (2) mit einem ersten ovalen Zahnrad (101) verbunden ist und die Achse (6) des einen Kolbens (1) mit einem zweiten ovalen Zahnrad (104) verbunden ist, wobei diese ovalen Zahnräder (101, 104) kollinear hintereinander angeordnet sind und die  
25 Hauptachsen (111, 114) dieser ovalen Zahnräder (101, 104) senkrecht aufeinander stehen.
13. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die  
30 Achse (7') des anderen Kolbens (2') mit einem ersten ovalen Zahnrad (101') verbunden ist und die Achse (6') des einen Kolbens (1') mit einem zweiten ovalen Zahnrad (104') verbunden ist, wobei diese ovalen Zahnräder (101', 104')

kollinear hintereinander angeordnet sind und die Hauptachsen (111', 114') dieser ovalen Zahnräder (101', 104') senkrecht aufeinander stehen.

- 5 14. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das erste (101) und zweite (104) ovale Zahnrad über ein drittes (102) und viertes (103) ovales Zahnrad miteinander verbunden sind, die kollinear hintereinander auf einer Achse (5) angeordnet  
10 sind und deren Hauptachsen (112, 113) senkrecht aufeinander stehen.

- 15 15. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach Anspruch 14, gekennzeichnet, dass das erste (101') und zweite (104') ovale Zahnrad über ein drittes (102) und viertes (103) ovales Zahnrad miteinander verbunden sind, die kollinear hintereinander auf einer Achse (5) angeordnet sind und deren Hauptachsen (112, 113) senkrecht aufeinander stehen.

- 20 16. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Grenzflächen (10, 20) der Kolben (1, 2) gradlinig ausgebildet sind derart, dass zwischen benachbarten Teilen sich gegenüberstehender Grenzflächen (10, 20) der Kolben  
25 jeweils gleiche Abstände vorgegeben sind.

17. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweilige Winkelposition der Einlassöffnungen 130, 130' bzw. 131, 131' so vorgesehen ist, dass sie jeweils mit der  
30 Position des jeweiligen Arbeitsraumes übereinstimmt, der durch die jeweiligen Grenzflächen (10, 20, 10', 20') der betreffenden Abschnitte der Kolbenflügel (60, 60', 70, 70')

gebildet ist, so dass eine zeitlich korrekte Füllung der Arbeitskammern bewirkt wird.

18. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der  
5 vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweilige Winkelposition der Auslassöffnungen 140, 140' bzw. 141, 141' so vorgesehen ist, dass sie jeweils mit der Position des jeweiligen Arbeitsraumes übereinstimmt, der durch die jeweiligen Grenzflächen (10, 20, 10', 20') der  
10 betreffenden Abschnitte der Kolbenflügel (60, 60', 70, 70') gebildet ist, so dass eine zeitlich korrekte Entleerung der Arbeitskammern bewirkt wird.

19. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der  
15 vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die vier gegeneinander beweglich gelagerte Kolben (1, 2, 1', 2') in zwei unterschiedlichen Zylindern (3, 3') drehbar gelagert sind.

20 20. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Rohrverbindungen zwischen den Hubräumen als Zweikreisssystem ausgebildet ist.

25 21. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Heißleitung und die Kaltleitung des Rohrsystems getrennt ausgeführt sind.

30 22. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Motor ohne zusätzliche Bauteile das Bauschema eines ventilgesteuerten Stirlingmotors aufweist.

23. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Arbeitsgas in einem jeweiligen Rohrabschnitt immer die gleiche Flussrichtung einnimmt.

5

24. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zum Zweck einer schnellen Wirkungsminde-  
10 rung bzw. Wirkungserhöhung entsprechend einer Kraftminderung oder Krafterhöhung des Motors zwischen einer heißen Leitung und einer kalten Leitung des Motors eine Überbrückungsleitung vorgesehen ist, die über eine Ventileinrichtung aktivierbar bzw. inaktivierbar ist.

15 25. Verwendung einer Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche unter Zuführung von mechanischer Energie als Wärmepumpe.

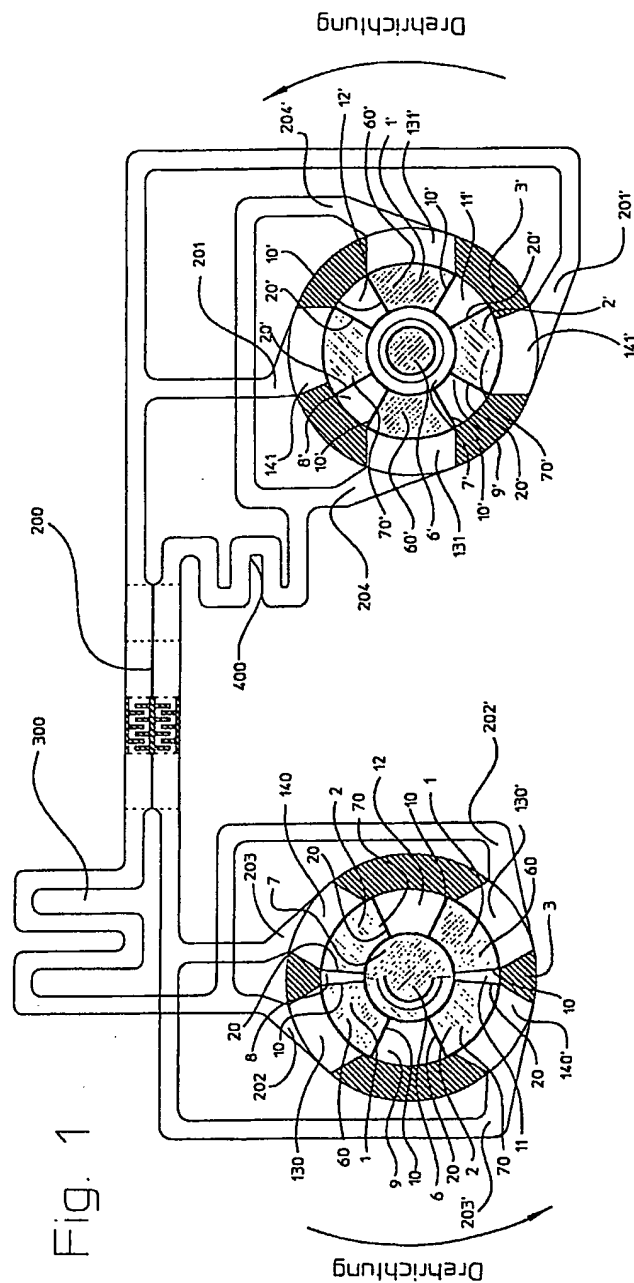
26. Verwendung einer Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung  
20 nach einem der vorhergehenden Ansprüche unter Zuführung von mechanischer Energie als Kältemaschine.

27. Verwendung einer Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung  
nach einem der vorhergehenden Ansprüche als  
25 Vuilleumiermaschine.

\* \* \* \* \*

30

35





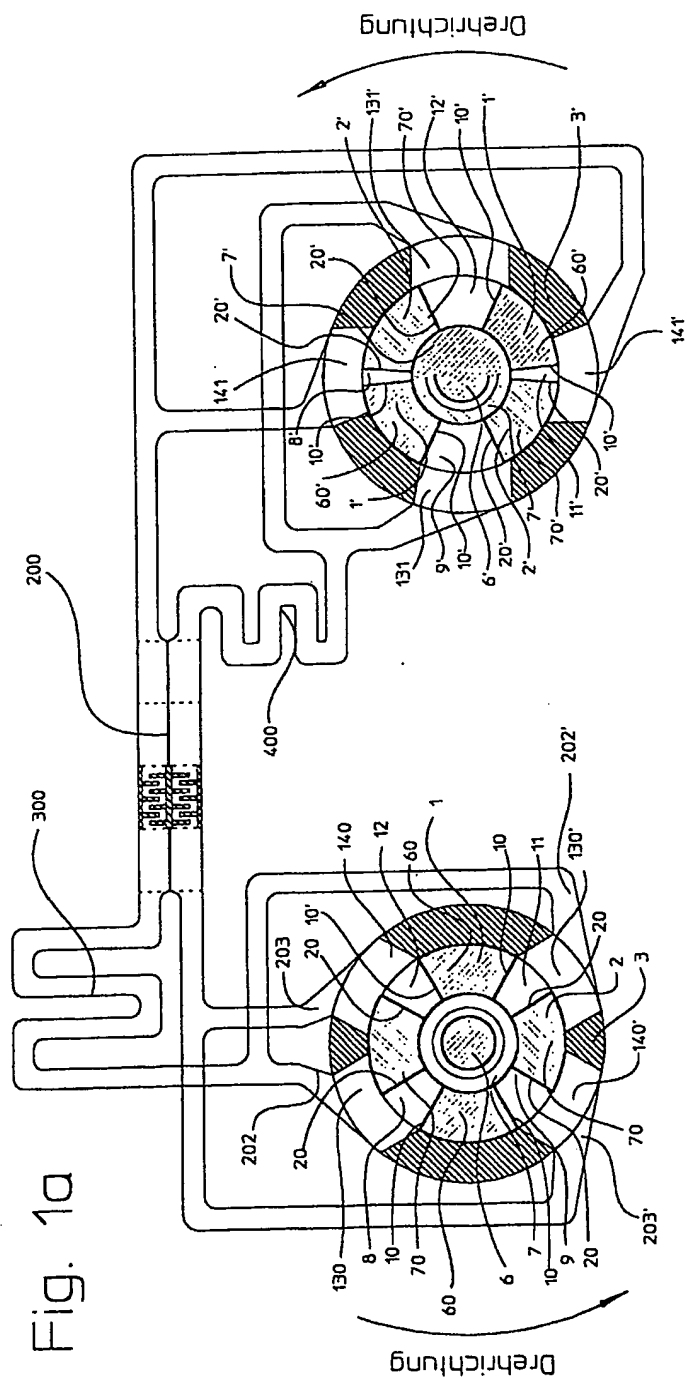
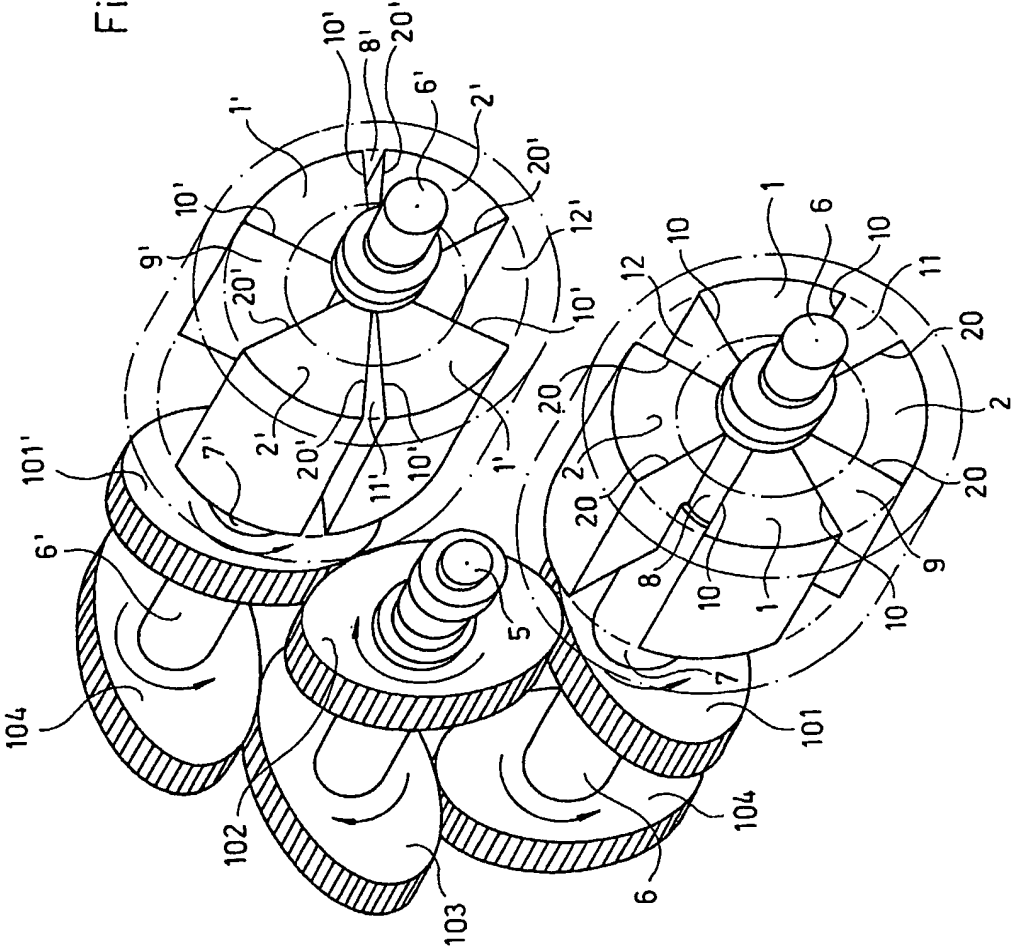
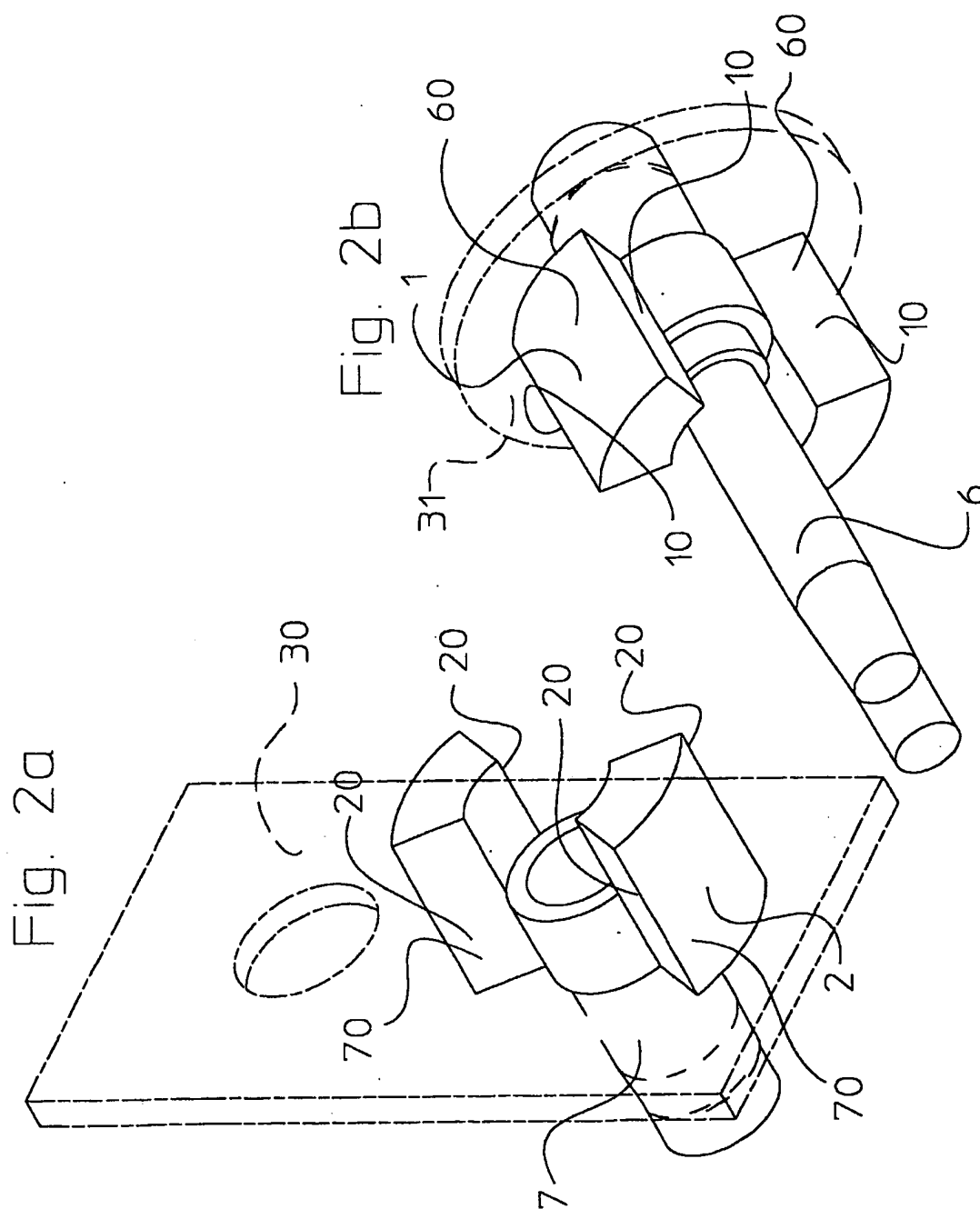


Fig. 2





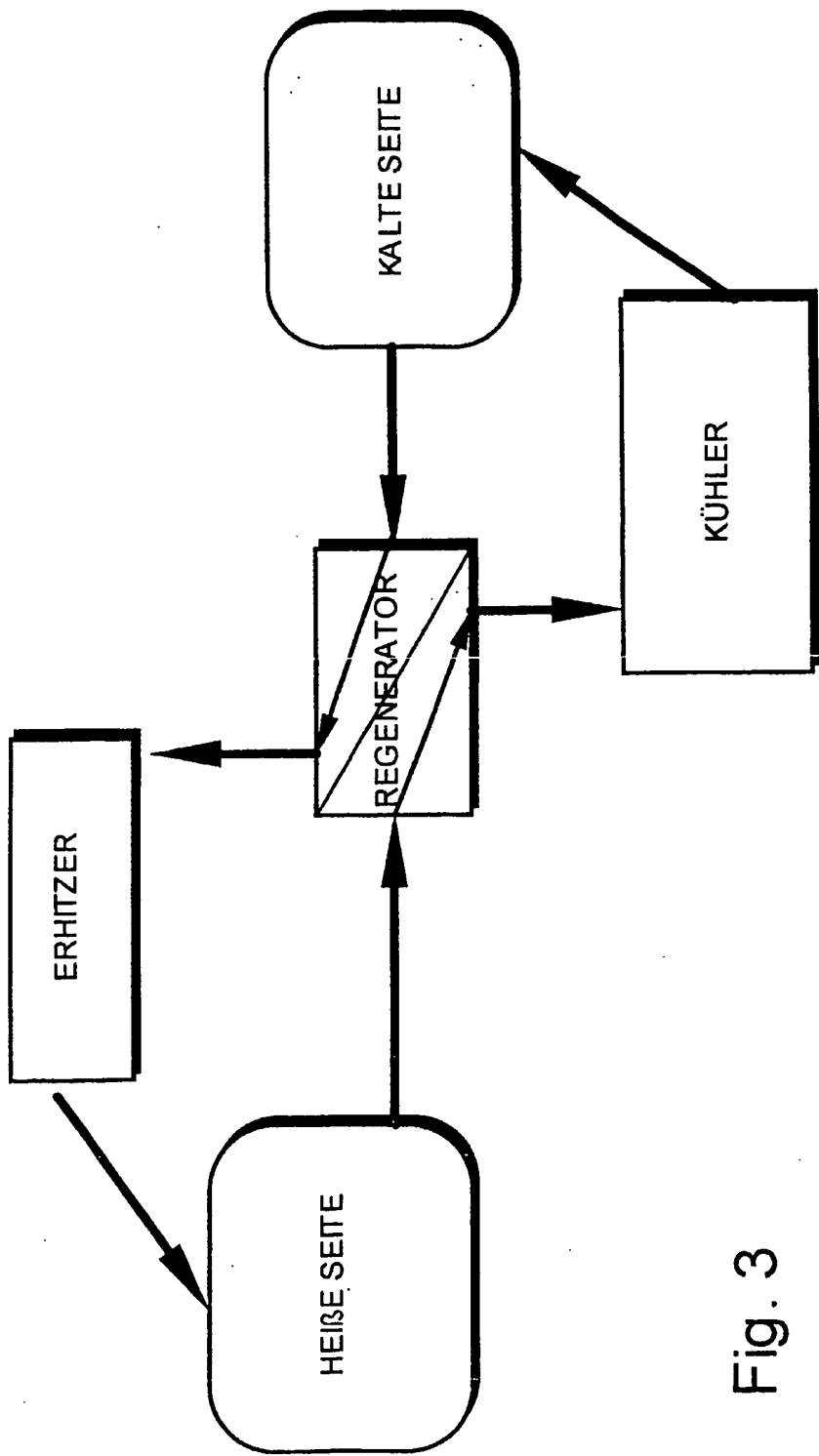


Fig. 3

Drehrichtung

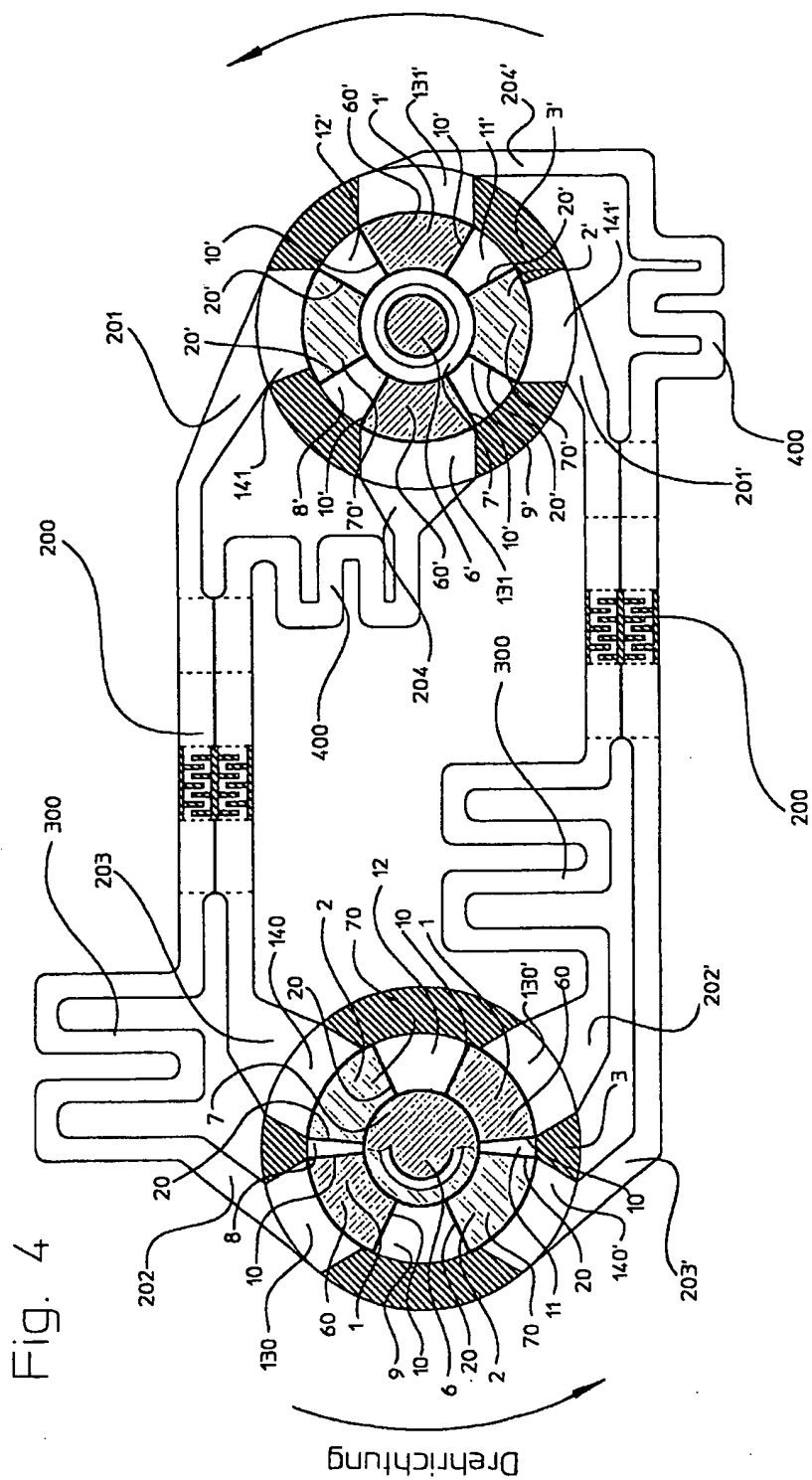


Fig. 4a

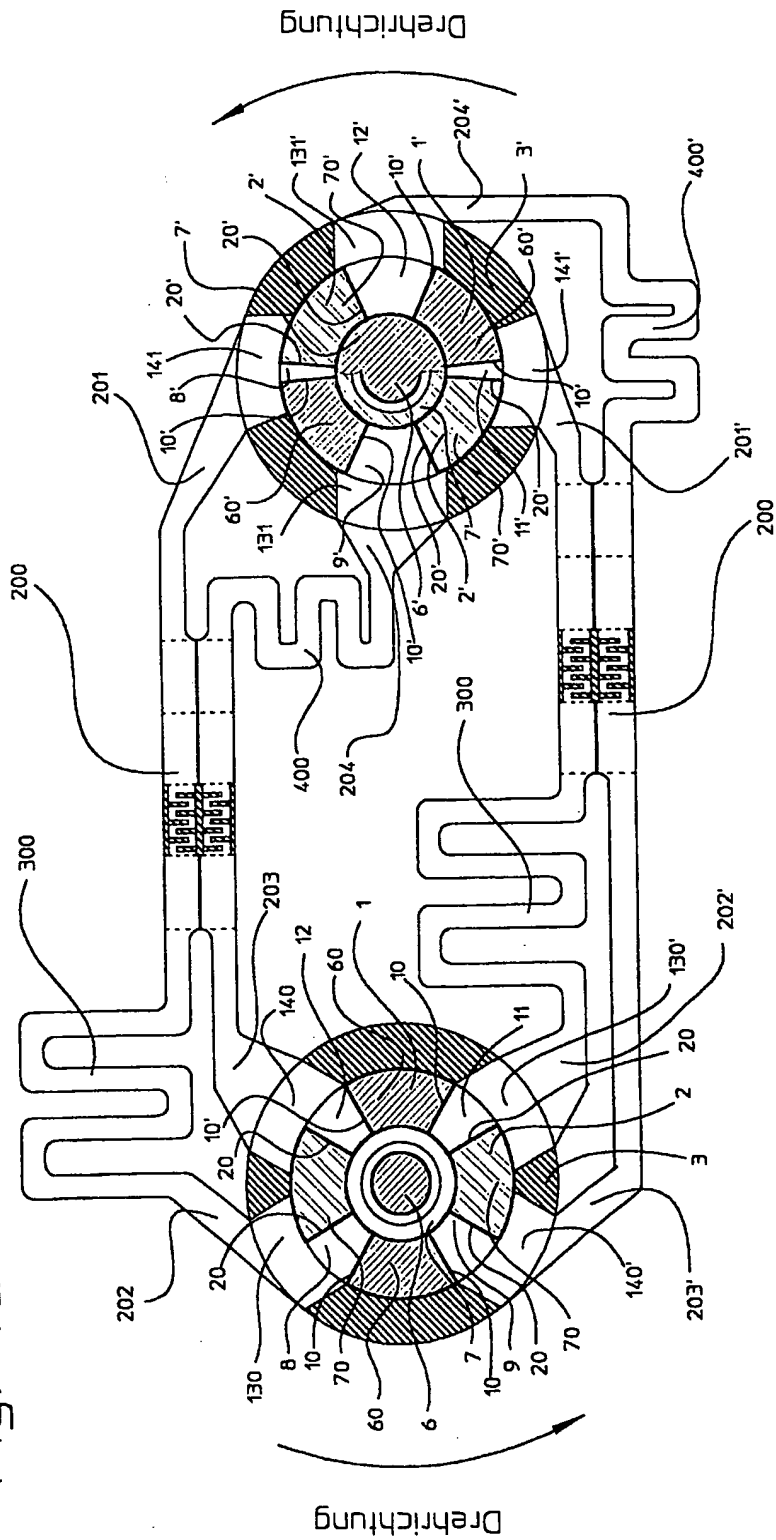


Fig. 5

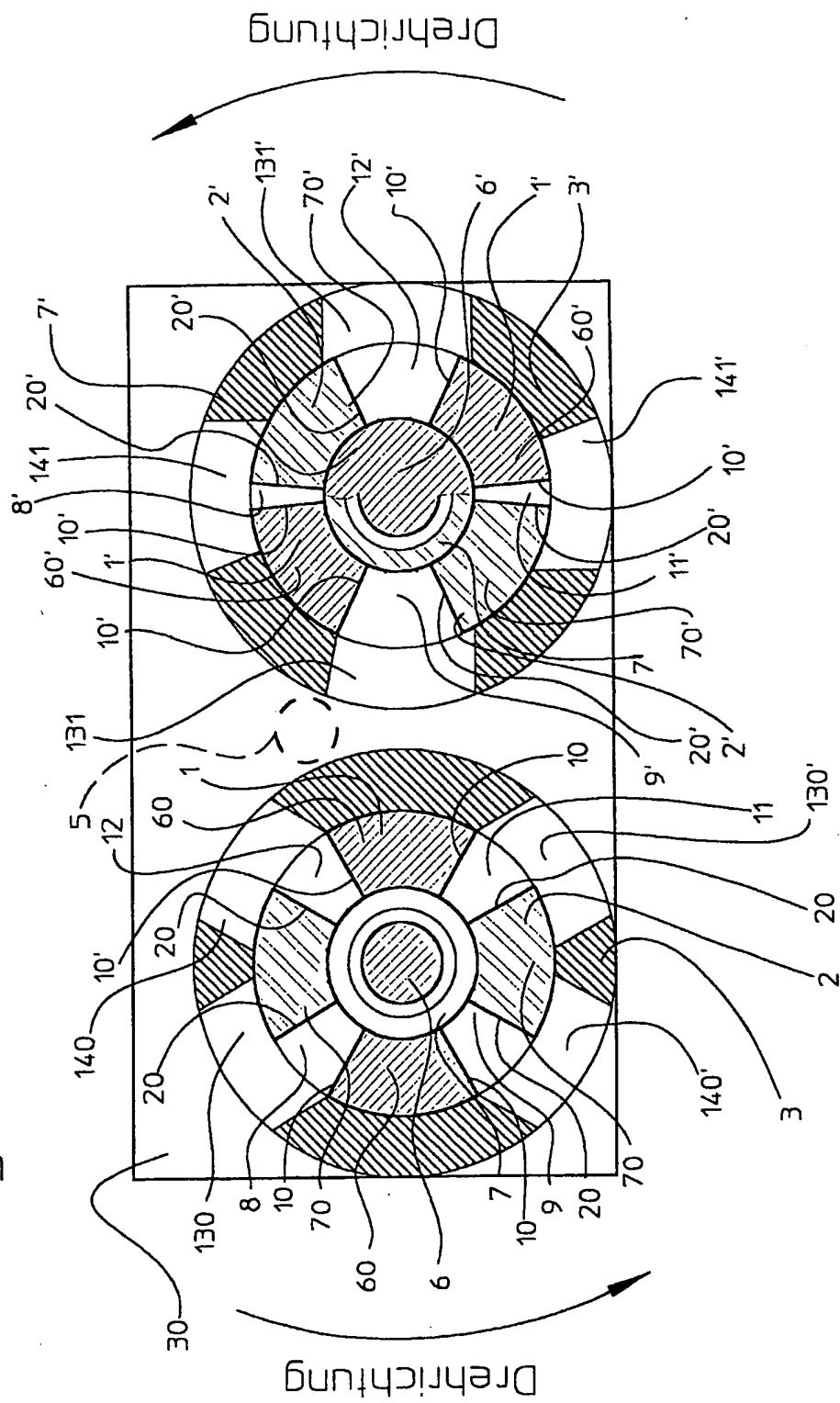
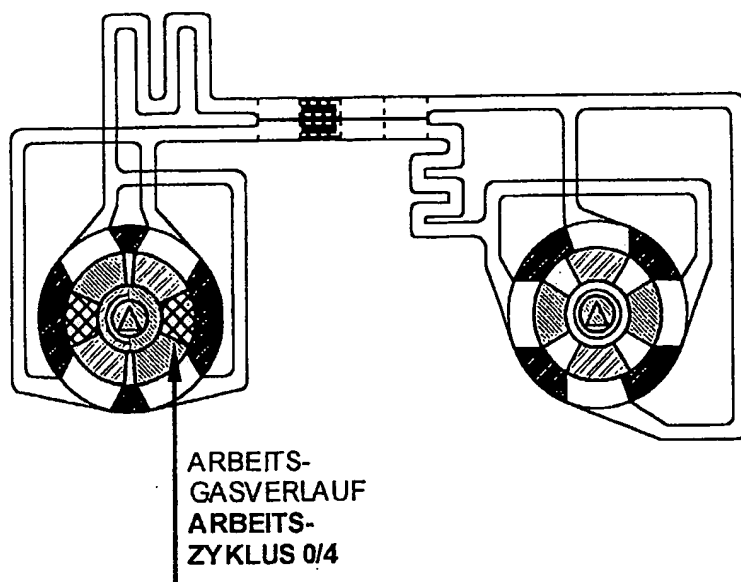


Fig. 6		Reg = Regenerator		Zyl = Zylinder		AG = Arbeitsgas		HUBRAUME		ARBEITSGAS	
		GESAMTE S		VOLUMEN		DRUCK		SCHLITZE		Temperatur	
ARBEITSTZYL	KLUS:STAND	Gasverlauf		RAUM	VOLUMEN	DRUCK	SCHLITZE	Temperatur	ZYL. 100	ZYL. 101	
0	1	Expandiertes AG ist in Zylinder 3		1	groß	gering	0	mittel	groß	mittel	
	1-2	AG wird durch Reg und Kühler gepresst (von Zyl. 3 nach Zyl. 3')			gleichbleibend	verringert sich	140 131	isochore Temperaturverringern	verringert sich	vergrößert sich	
1	2	Expandiertes AG ist jeweils zur Hälfte in den Zyl. 3 / 3'		1 und 2	groß	sehr gering	140 131	gering	mittel	groß	
	2-3	AG wird ganz in Zyl. 3' gepresst und vorkomprimiert			verringert sich	vergrößert sich	140 131	adiabolische Temperatursteigerung	verringert sich	verringert sich	
2	3	AG ist in Zyl. 3' (vorkomprimiert)		2	gering	mittel	0	mittel	0	mittel	
	3-4	Zyl. 3' nach Zyl 3 (durch Reg. und Erhitzer)			gleichbleibend	vergrößert sich	141 130	isochore Temperatursteigerung	vergrößert sich	verringert sich	
3	4	Rohrverbindung 141 - 130 bleibt bestehen. Das AG. drückt beide Hubräume auseinander		3	gering	höchstes Druckniveau	141 130	höchstes Temperaturniveau	mittel	0	
	4-1	AG expandiert, der größte Teil bleibt in Zyl. 3 => Arbeitstakt			vergrößert sich	verringert sich	140 130 130	adiabolische Temperaturverringern	vergrößert sich	vergrößert sich	
4	1	Expandiertes AG ist in Raum 1 (Zyl. 3)		1	groß	gering	0	mittel	groß	mittel	

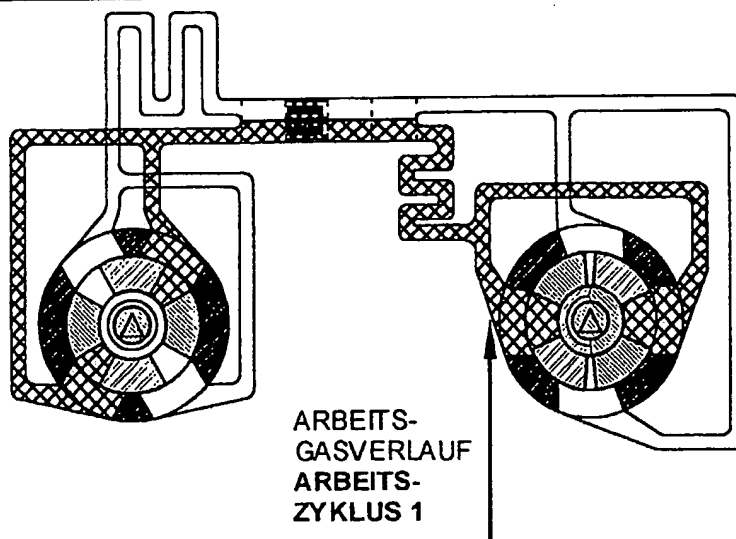


# Anlagen zur Tabelle

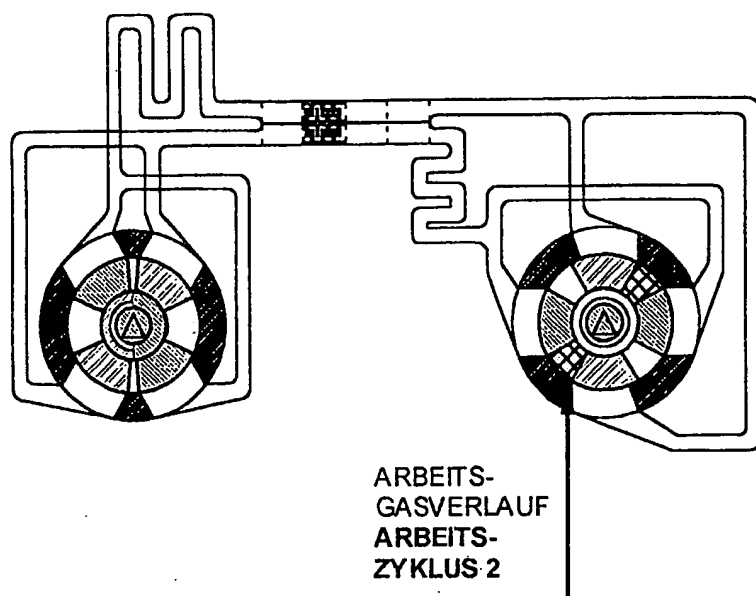
Anlage 1



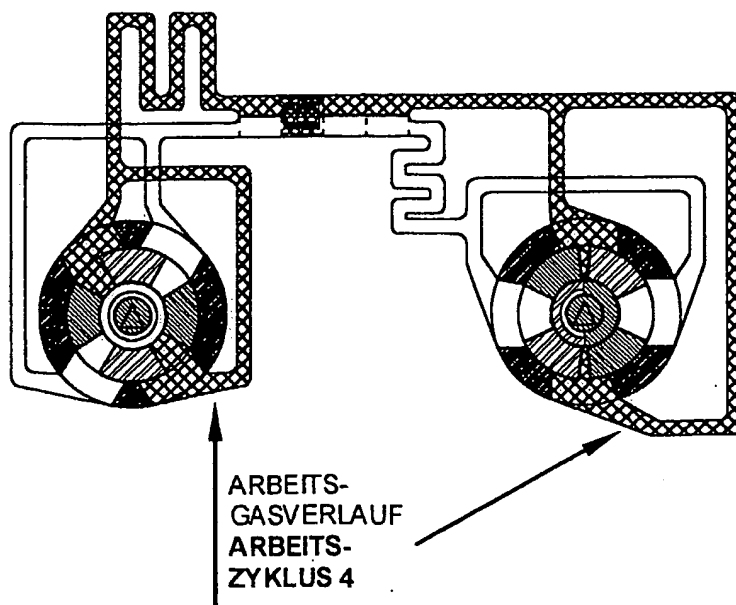
Anlage 2



Anlage 3



Anlage 4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In ☐ national Application No

PCT/DE 01/01437

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F01C1/077 F01C11/00 F02G1/044

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01C F02G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 198 14 742 C (STERK MARTIN) 5 January 2000 (2000-01-05) cited in the application	1-3
A	the whole document	5-26
Y	US 4 744 736 A (STAUFFER JOHN E) 17 May 1988 (1988-05-17)	1-3
A	figures 1-3 abstract column 5, line 1 - line 68 column 6, line 1 - line 68	6
A	DE 197 40 133 A (STERK MARTIN) 25 March 1999 (1999-03-25) figure 1 abstract	1
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 November 2001

Date of mailing of the international search report

15/11/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wassenaar, G

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In International Application No

PCT/DE 01/01437

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 687 427 A (SEYBOLD FREDERICK W) 18 August 1987 (1987-08-18) figures 1,2 abstract column 3, line 1 - line 40 -----	1,4

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
information on patent family members

In **International Application No**  
**PCT/DE 01/01437**

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19814742	C	05-01-2000	DE 19814742 C1	05-01-2000
US 4744736	A	17-05-1988	CA 1326830 A1	08-02-1994
			CA 1326829 A1	08-02-1994
			DE 3877203 D1	11-02-1993
			WO 8909874 A1	19-10-1989
			CA 1274476 A1	25-09-1990
			DE 3681774 D1	07-11-1991
			EP 0215194 A1	25-03-1987
			EP 0371022 A1	06-06-1990
			JP 1978328 C	17-10-1995
			JP 7006398 B	30-01-1995
			JP 62060930 A	17-03-1987
			US 4890591 A	02-01-1990
			DE 3877203 T2	19-05-1993
			JP 2503813 T	08-11-1990
DE 19740133	A	25-03-1999	DE 19740133 A1	25-03-1999
US 4687427	A	18-08-1987	NONE	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In nationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/01437

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 7 F01C1/077 F01C11/00 F02G1/044

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 7 F01C F02G

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 198 14 742 C (STERK MARTIN) 5. Januar 2000 (2000-01-05) in der Anmeldung erwähnt	1-3
A	das ganze Dokument	5-26
Y	US 4 744 736 A (STAUFFER JOHN E) 17. Mai 1988 (1988-05-17)	1-3
A	Abbildungen 1-3 Zusammenfassung Spalte 5, Zeile 1 - Zeile 68 Spalte 6, Zeile 1 - Zeile 68	6
A	DE 197 40 133 A (STERK MARTIN) 25. März 1999 (1999-03-25) Abbildung 1 Zusammenfassung	1

-/-



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche.

8. November 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

15/11/2001

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Wassenaar, G

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In des Aktenzeichen

PCT/DE 01/01437

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>US 4 687 427 A (SEYBOLD FREDERICK W)  18. August 1987 (1987-08-18)  Abbildungen 1,2  Zusammenfassung  Spalte 3, Zeile 1 - Zeile 40  -----</p>	1,4

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**  
Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen  
**PCT/DE 01/01437**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19814742	C	05-01-2000	DE 19814742 C1	05-01-2000
US 4744736	A	17-05-1988	CA 1326830 A1	08-02-1994
			CA 1326829 A1	08-02-1994
			DE 3877203 D1	11-02-1993
			WO 8909874 A1	19-10-1989
			CA 1274476 A1	25-09-1990
			DE 3681774 D1	07-11-1991
			EP 0215194 A1	25-03-1987
			EP 0371022 A1	06-06-1990
			JP 1978328 C	17-10-1995
			JP 7006398 B	30-01-1995
			JP 62060930 A	17-03-1987
			US 4890591 A	02-01-1990
			DE 3877203 T2	19-05-1993
			JP 2503813 T	08-11-1990
DE 19740133	A	25-03-1999	DE 19740133 A1	25-03-1999
US 4687427	A	18-08-1987	KEINE	